



Aula 03 - Arquitetura de Dispositivos Inteligentes

Módulo de Internet da Coisas

- Prof^a. Nídia Glória da Silva Campos



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO CEARÁ



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO





IA

Objetivos da Aula

- Apresentar os principais componentes de dispositivo inteligente
- Demo-lab-Smart Home: Teoria e Prática
- Laboratório - Simulação: Explorando uma Smart Home
- Revisar a conceitos básicos de programação para dispositivos IoT



IA

Coisas = nós, endpoints ou dispositivos inteligentes [2]

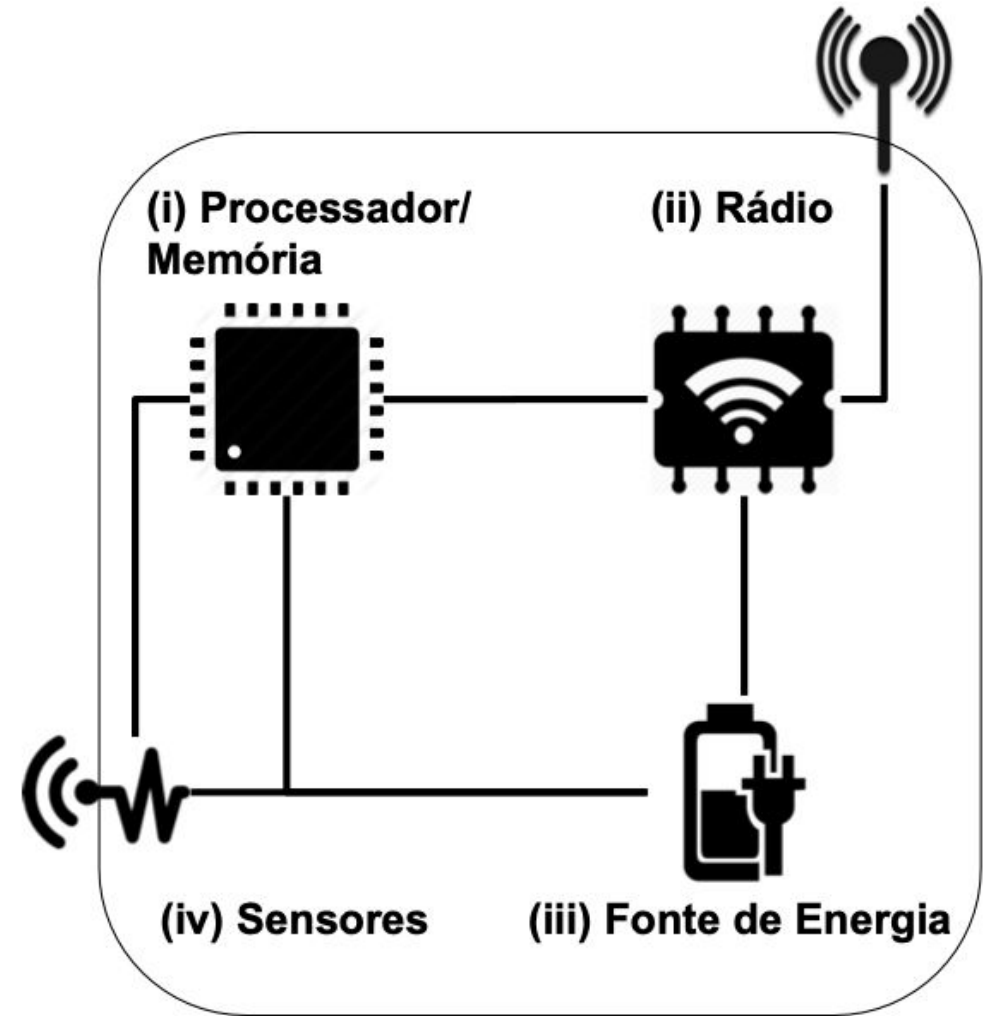
- fontes de dados ou dispositivos que executam ações na IoT
- fontes são sensores que geram stream de dados correlacionados no tempo que precisam ser transmitidos de maneira segura, possivelmente, analisados e armazenados.
- o valor da IoT está em seus dados agregados que precisam ser entendidos, interpretados.
- na implantação da IoT massiva, é necessário:
 - coletar e armazenar os dados
 - verificar o que pode ser sensoriado e quais são as restrições dos vários tipos de sensores
 - levar em consideração dados perdidos ou incorretos
 - entender porque os dados não são confiáveis
 - como um sensor pode vir a falhar no campo



IA

Arquitetura básica dos dispositivos inteligentes [4]

- **Processador e Memória**
 - memória interna: armazenamento de dados e programas
 - memória externa: tipo flash para log de dados
 - conversor analógico-digital para receber os dados dos sensores
 - CPU baixo poder computacional
- **Comunicação: sem fio é mais comum**
- **Fonte de Energia**
 - bateria (recarregável ou não), elétrica, solar, etc
 - conversor AC/DC
 - energy harvesting: técnica de conversão de energia(ex. mecânica em elétrica)
- **Sensores/Atuadores**





- Existem sensores de várias formas e complexidade: do termopar (thermocouple) aos sistemas de vídeo.
- Razão da IoT é uma grande área em ascensão: sistemas de sensores têm tamanhos e preço reduzidos substancialmente devido aos avanços da fabricação de semicondutores e micromachining.

Exemplos

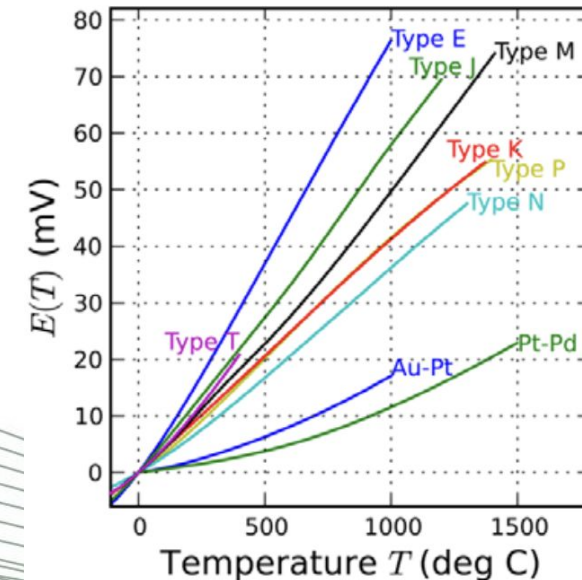
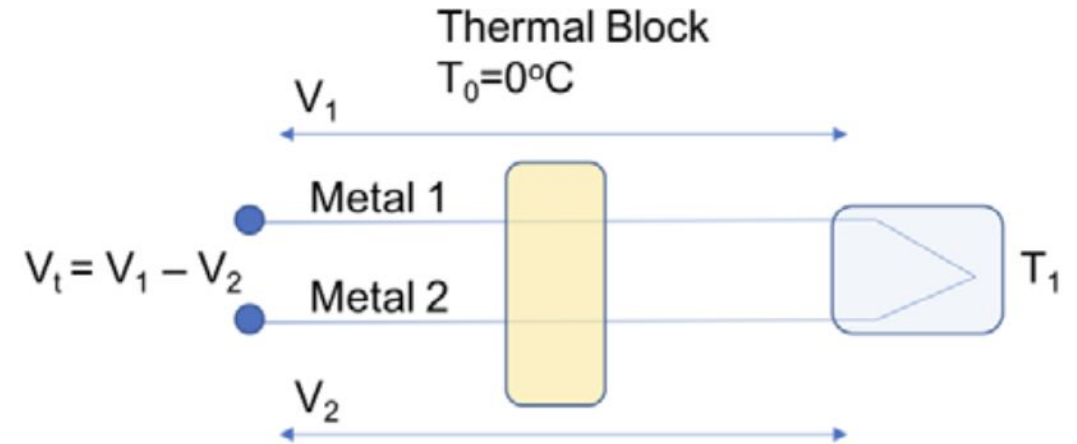
- Sensores de temperatura: termopar, RTD, termistor
- Sensor de corrente
- Sensor fotoelétrico
- PIR Sensor
- LiDAR e sistemas de sensoriamento ativo
- MEMS sensor: acelerômetro e giroscópios, microfones, pressão



IA

Sensores de Temperatura: Termopar/Thermocouple (TC) [2]

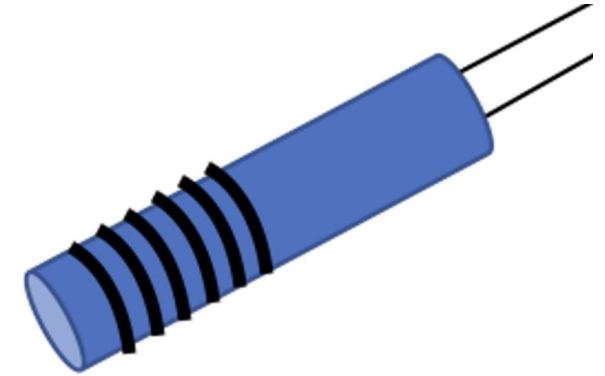
- produzem sinais muito pequenos (microvolts)
- dois fios de materiais diferentes se encontram onde a temperatura é medida
- cada metal desenvolve uma voltagem diferencial independente do outro: efeito eletromotriz de Seebeck
 - a diferença entre a voltagem dos dois metais tem uma relação não-linear com a temperatura
 - o software consulta uma lookup table que associa voltagem à temperatura
- usado para medições simples
- bons para várias faixas de temperaturas (veja o gráfico, cada cor uma combinação de metais diferente)
- medições à longa distância e espaçadas no tempo
- muito usado em ambiente industrial e ambiente de altas temperaturas





Resistance temperature detector

- opera na faixa de temperatura muito estreita (abaixo de 600°C), mas possui acurácia maior que o TC
- relação resistência-temperatura:
 - fio muito fino de platina envolvido bem apertado em cerâmica ou vidro
 - corrente de 1mA
 - segue uma inclinação predefinida
- especificado com uma base de resistência
 - 200 PT100 RTD inclinação linear de $0,00200\text{ Ohms}/^{\circ}\text{C}$ de 0 a 100°C
- vem com dois, três ou quatro pares de fios (quatro fios possui maior acurácia)
- usados em circuitos de ponte para aumentar a resolução, com software linearizando os resultados





IA

Sensores de temperatura: termistor [2]

- sensor baseado na relação resistência, mas produzem um grau de mudança para uma temperatura mais alto que o RTD
- também usados em circuitos para aliviar as correntes de entrada
- relação não-linear muito alta com a temperatura
- adequado quando a resolução alta é necessária para uma faixa de temperatura muito estreita
- dois tipos:
 - NTC, no qual a resistência diminui quando a temperatura aumenta
 - PTC, no qual a resistência aumenta, quando a temperatura aumenta
- são encontrados em dispositivos médicos, equipamentos científicos, para alimentação, incubadoras e eletrodomésticos como termostato
- para uso de propósito geral: sensores de jardim Bluetooth, Zigbee, termômetros digitais, motores elétricos, alarmes de incêndio, frigoríficos e refrigeradores.





Categoria	Termopar (TC)	RTD	Termistor
Faixa de temperatura, °C	-180 a 2.320	-200 a 500	-90 a 130
Tempo de resposta	rápido (microsegundos)	lento (segundos)	lento (segundos)
Tamanho	~1 mm	5 mm	5 mm
Acurácia	pequena	média	muito alta

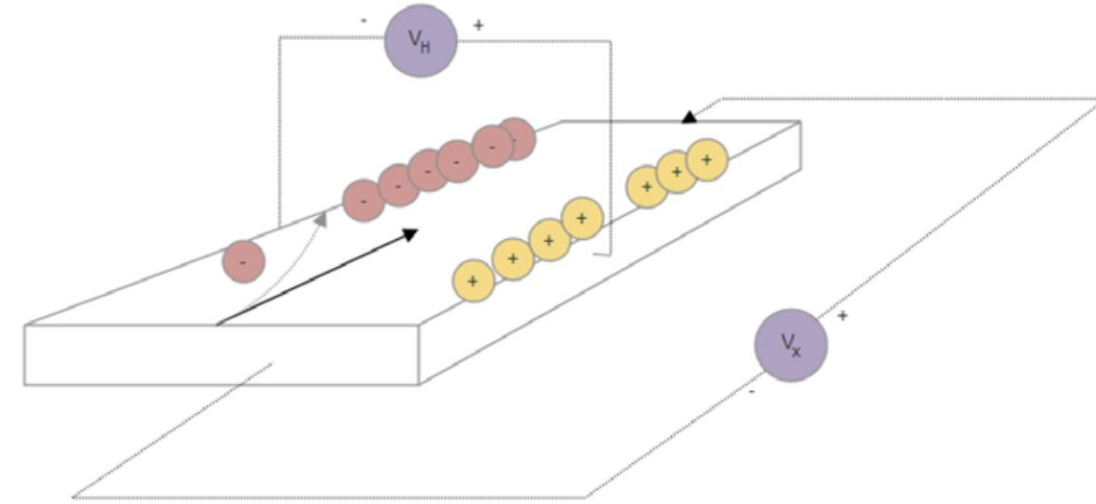


IA

Efeito Hall e sensor de corrente [2]

Efeito Hall

- criado a partir de uma lâmina de metal que uma corrente atravessa
- um fluxo de partículas carregadas passando por um campo magnético causa o desvio de um feixe da linha reta
- se um condutor é colocado no campo magnético perpendicular ao fluxo de elétrons, isso vai reunir portadores de carga e produzir um diferencial de voltagem entre o lado positivo da lâmina e o lado negativo (Voltagem Hall)



Sensor de corrente

- usa o efeito Hall para medir corrente AC/DC de um sistema
- formas: loop aberto (baterias) e loop fechado (mais caro)
- usos: sensor de posição, magnetômetro, comutadores altamente confiáveis, detecção do nível de água
- ambientes industriais: medem a velocidade rotacional de máquinas e motores



- uso: detectar a luz, intensidade da luz em sistemas de segurança, interruptores inteligentes, lâmpadas da iluminação pública inteligente
- **fotoresistores** variam a resistência dependendo da intensidade da luz
 - a resistência diminui quando a luz é absorvida
 - escuro, alta resistência (faixa megaohm)
- **fotodiodos** convertem luz em uma corrente elétrica
 - células solares operam no modo fotovoltaico produzindo eletricidade

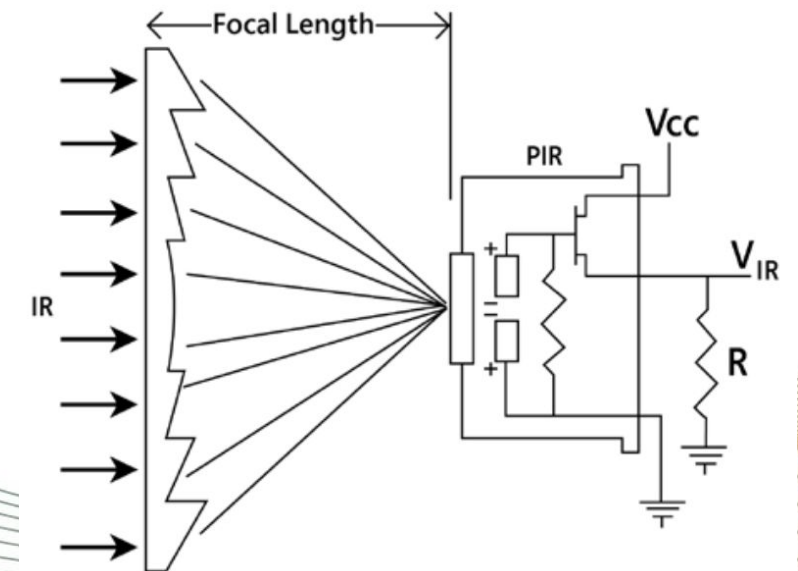
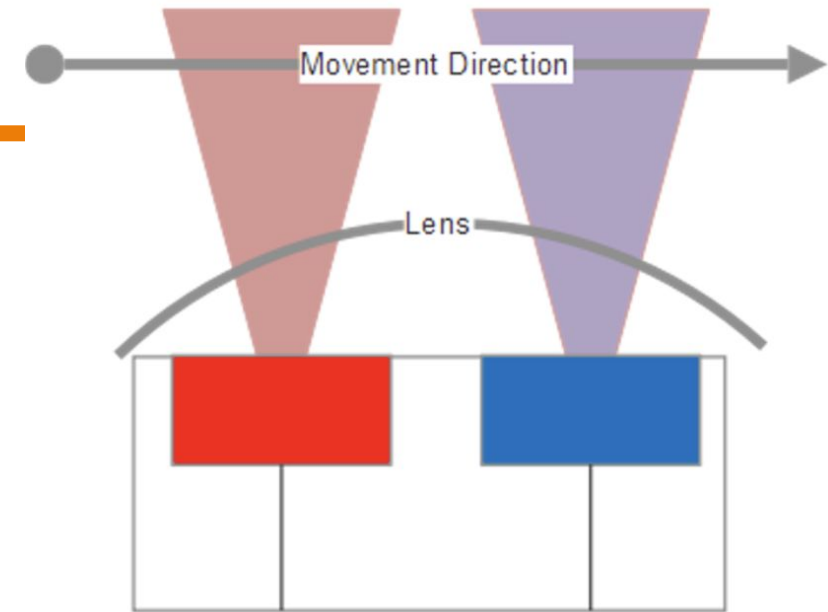
Categoria	Fotoresistor	Fotodiodo
Sensibilidade a luz	Baixa	Alta
Ativo/passivo (semicondutor)	Passivo	Ativo
Sensibilidade a temperatura	Muitíssimo sensível	Baixa
Latência às mudanças da luz	Longa	Curta



IA

PIR Sensor [2]

- **Pyroelectric infrared:** contém dois slots preenchidos de material que reage a radiação IR e calor
- **uso:** segurança e movimento do calor-corporal
- Uma **lente de Fresnel** é situada no topo do PIR sensor, permitindo que cada slot forme um arco amplo voltado para fora
- esses arcos criam **zonas de detecção:** quando um corpo quente entra em um dos arcos, ou sai, o sensor gera um sinal que é amostrado
- PIR sensor usa um material cristalino que gera uma corrente quando sujeito a radiação IR.
- Um **field-effect transistor (FET)** detecta a mudança da corrente e envia um sinal para a unidade de amplificação
- O controle do tempo de espera é especificado para medir o atraso de se gerar um evento de movimento depois que um objeto foi detectado moveu-se pelo caminho do PIR
 - quanto menor o atraso de espera, mais eventos gerados





IA

LiDAR e sistemas de sensoriamento ativo [2]

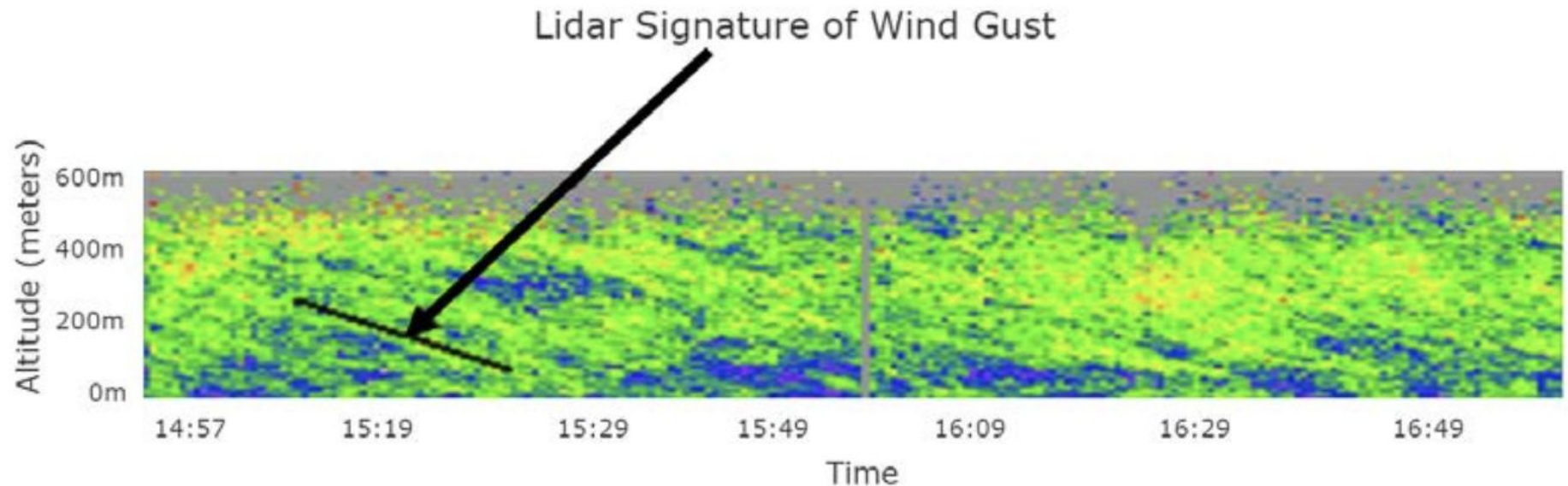
- **sensoriamento ativo** envolve difundir um sinal que é referenciado para medir o ambiente espacialmente ou temporalmente
- **Light Detection and Ranging:** mede a distância até um alvo pela medição da reflexão de um pulso de laser do alvo
- **Uso:** em estudos da agricultura, de veículos autônomos, da robótica, sistemas de vigilância e ambiente.
- **Permite a análise de qualquer coisa que cruze o caminho:** composição e formação de gases, atmosferas e nuvens, a velocidade de objetos em movimento.

análise de rajadas de vento para proteger turbinas do vento.

Azul: rajadas de 0 a 2m/s

Verde: rajadas de 3 a 6 m/s

Vermelho rajadas de 7 m/s





IA

MEMS sensor [2]

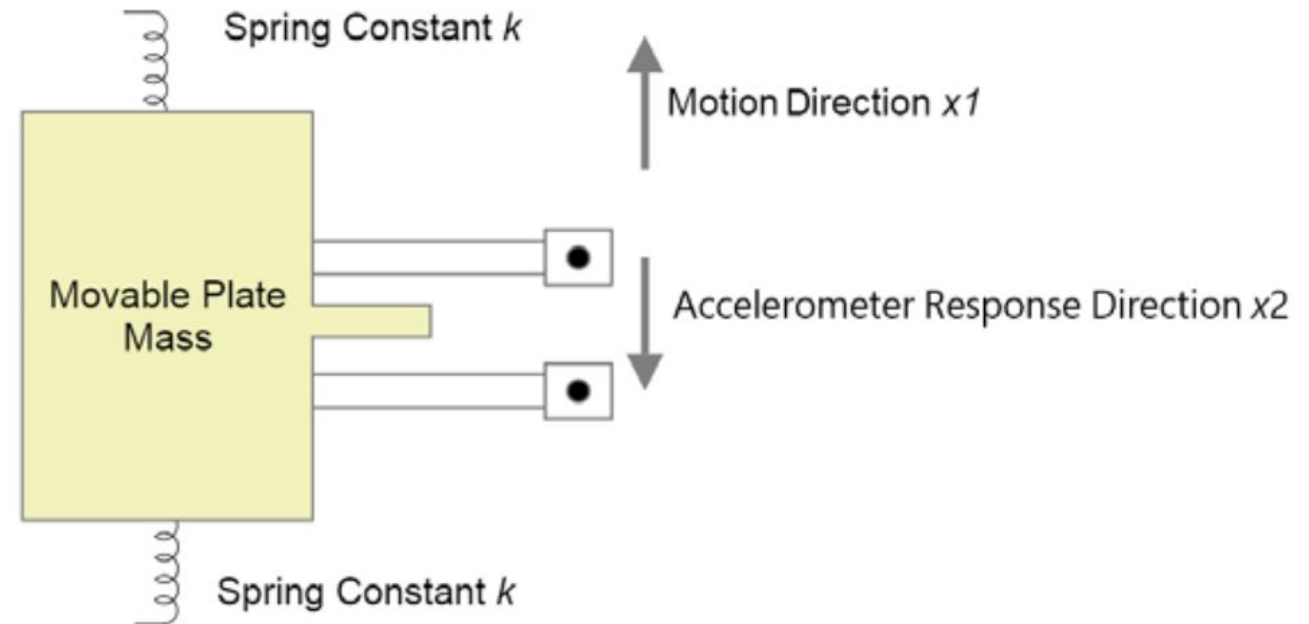
- Microelectromechanical systems (MEMS)
- incorporam a miniaturização de estruturas mecânicas que interagem com controles eletrônicos
- esses sensores podem girar, esticar, dobrar/inclinar, mover e alterar de forma que por sua vez afeta um sinal elétrico.
- o sinal é capturado e medido por um sensor em particular
- podem ser tão pequenos quanto a cabeça de um alfinete
 - o que permitirá o crescimento da IoT em bilhões de coisas conectadas



IA

MEMS: acelerômetro e giroscópios [2]

- comuns em dispositivos móveis e usados em rastreamento de posição e movimento, como pedômetros e rastreados fitness
- usa um **MEMS piezoelétrico** para produzir voltagem em resposta ao movimento
- **giroscópios** detectam movimento rotacional e **acelerômetros** respondem a mudanças do movimento linear
- o princípio da medição do **acelerômetro** usa uma **massa central** que é fixada em uma localização calibrada por meio de uma **mola** que vai responder às mudanças da aceleração que são medidas variando a **capacitância de um circuito MEMS**
 - responde a várias dimensões (X, Y, Z)

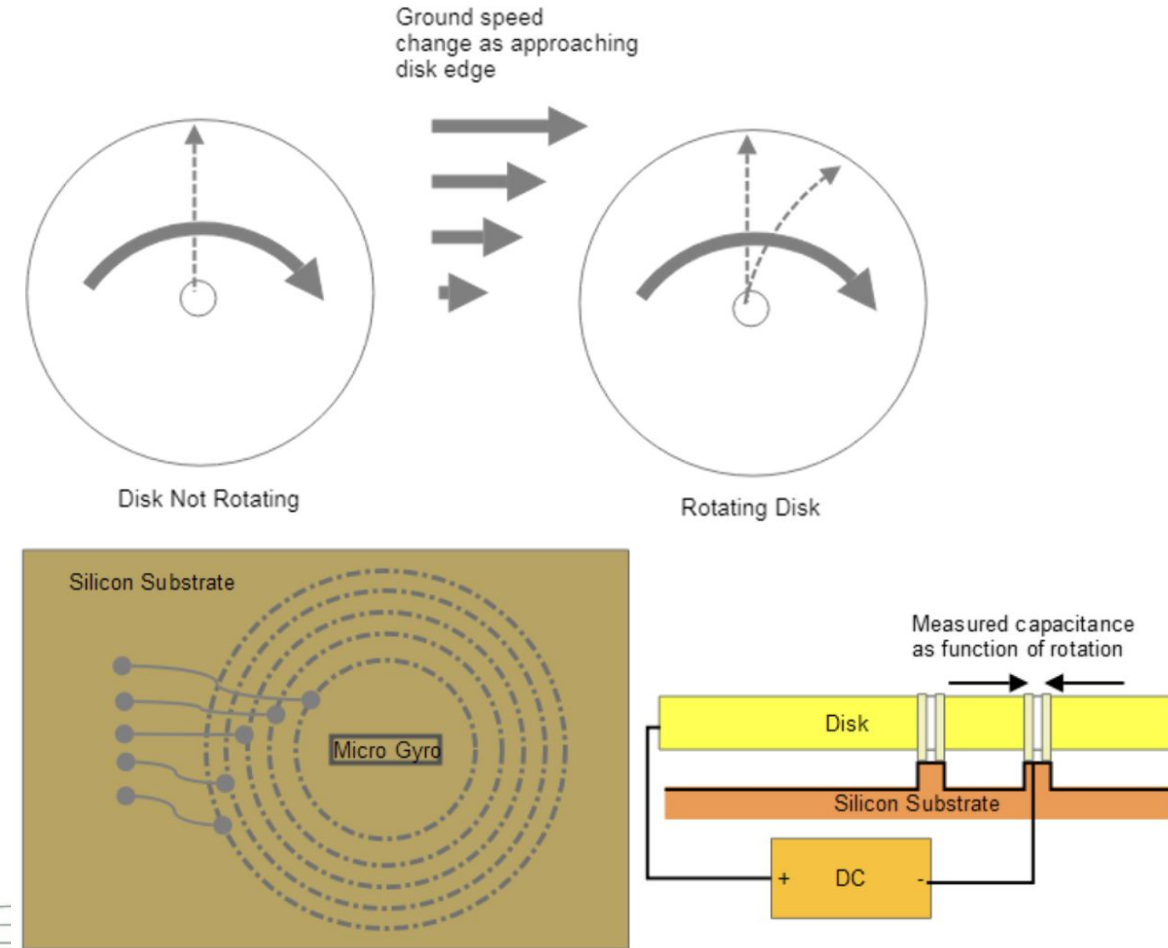




IA

MEMS acelerômetros e giroscópios [2]

- giroscópios dependem do **efeito Coriolis**:
 - sem aumentar a velocidade, o objeto movimenta-se no arco sem alcançar o alvo da direção norte.
 - Movimentar-se em direção da borda exterior do disco requer aceleração adicional para manter o curso na direção norte
- ao invés do disco, uma **frequência ressonante aplicada a uma série de anéis-MEMS em um substrato de silicone**
 - os anéis são concêntricos e cortados em pequenos arcos que permitem medir a acurácia do movimento rotacional
 - a fonte DC cria uma força eletroestática que ressoa dentro do anel, enquanto os eletrodos anexados aos anéis detectam as mudanças no capacitor
 - Se os anéis ressonantes são perturbados, a aceleração Coriolis é detectada
- InvenSense MPU-6050 acelerometro-giro 6-eixos: game console, smart TV e smartphone para rastrear os movimentos do usuário em um espaço 3D

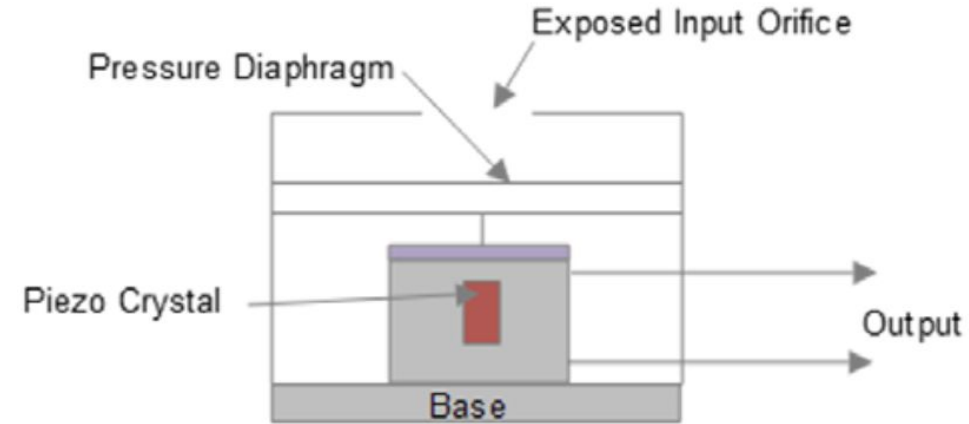




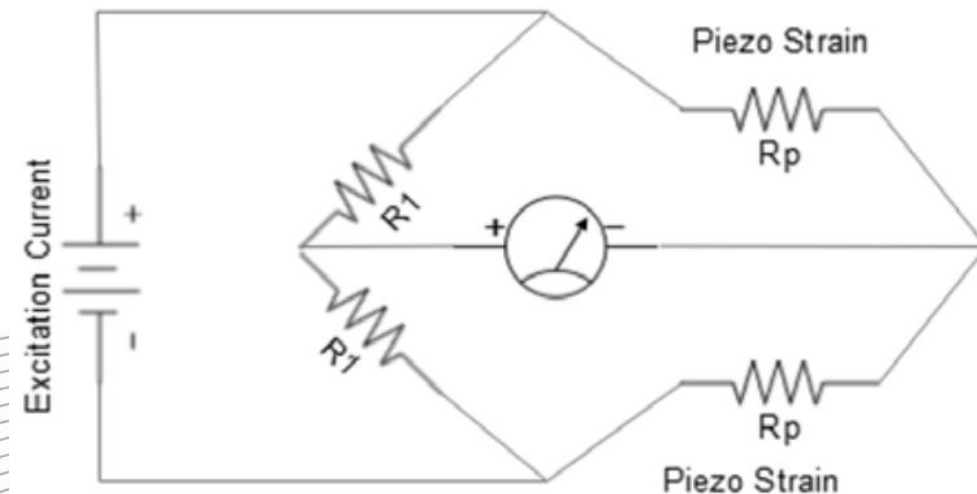
IA

MEMS: sensor de pressão [2]

- medidor de pressão e tensão são usados em **smart cities** no **monitoramento de estruturas e produção industrial**
- medem a **pressão de fluídos e gás** através de um **circuito piezoelétrico**.
- um **diafragma** é colocado sobre ou abaixo de uma cavidade sobre o **substrato piezoelétrico**.
- o substrato é flexível e permite que cristais piezo mudem de forma resultando na mudança de resistência do material
- Uma **Wheatstone bridge** mede as mudanças através da excitação de uma corrente



Anatomia de um sensor de pressão



Wheatstone bridge usada para a amplificação de um MEMS sensor de pressão



IA

Atuadores ou saída dos dispositivos [1, 2]

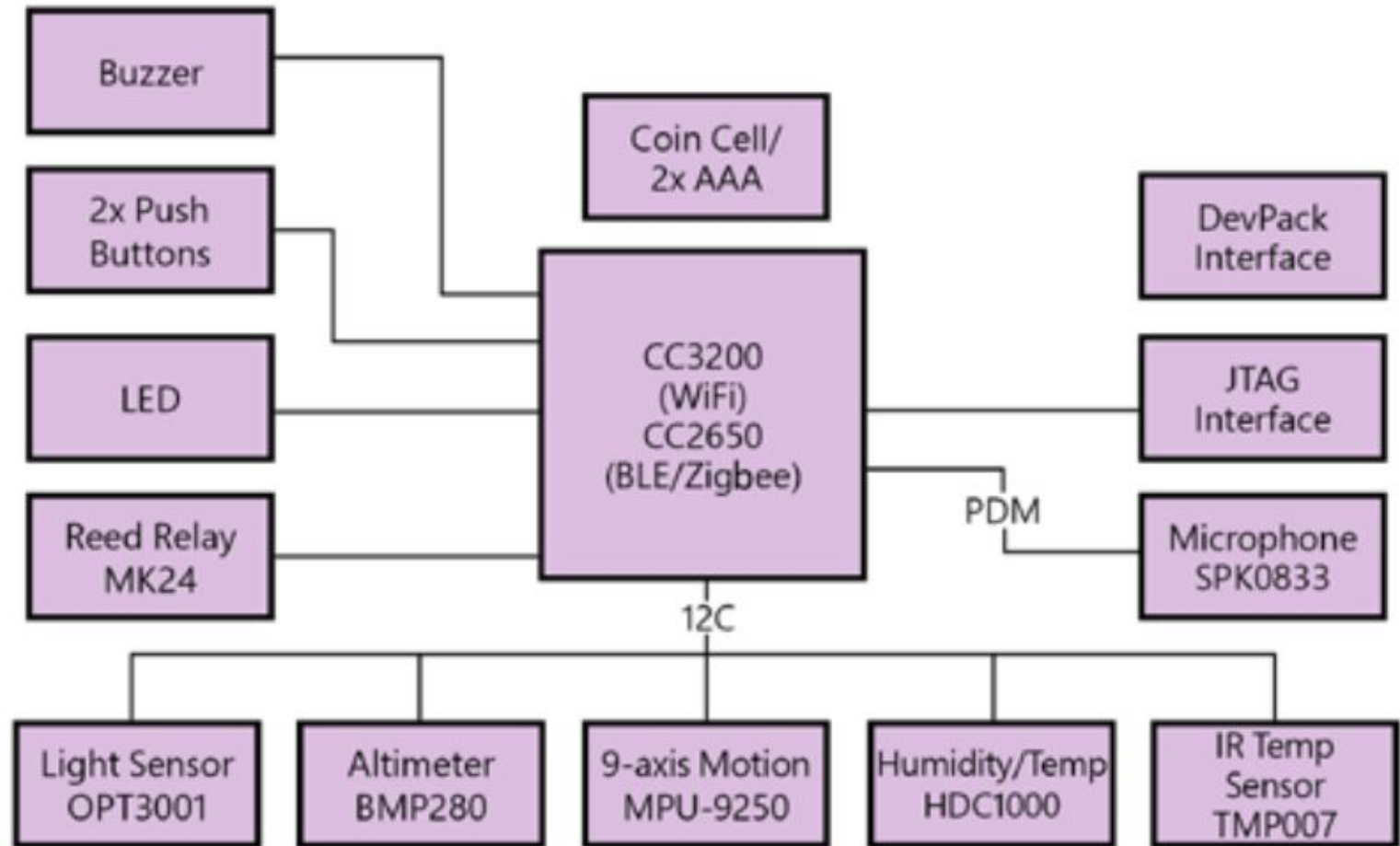
- Um atuador é um dispositivo que toma ações por comando de entrada, pulso ou estado (1 ou 0) ou configuração de 0 para 1, ou controle de um sinal.
- Podem variar do LED a um sistema completo de vídeo
- fontes de luz, LEDs, motores de passo, sistemas de alto-falante e áudio, válvulas industriais e etc.
- os dispositivos inteligentes precisam de vários controles de diferentes complexidades
- dependendo do tipo de saída e caso de uso, também pode ser esperado que o controle e processamento precise ser na borda ou próximo do dispositivo (versus controle total na nuvem)
- exemplo: sistema de vídeo pode enviar um stream de dados ao provedor da nuvem, e precisar enviar a saída para o hardware e capacidade de bufferização na borda.



IA

Exemplo funcional: TI Sensor Tag CC2650 [2]

- módulo de sensor IoT da Texas Instruments
- Sensores
 - sensor de luz, temperatura IR, temperatura e umidade, acelerômetro e giroscópio, pressão (altímetro), botões de empurrar, microfone
- Saída
 - buzzer/speaker
 - 2 LEDs
- Comunicação
 - BLE, Zigbee, 6LoWPAN

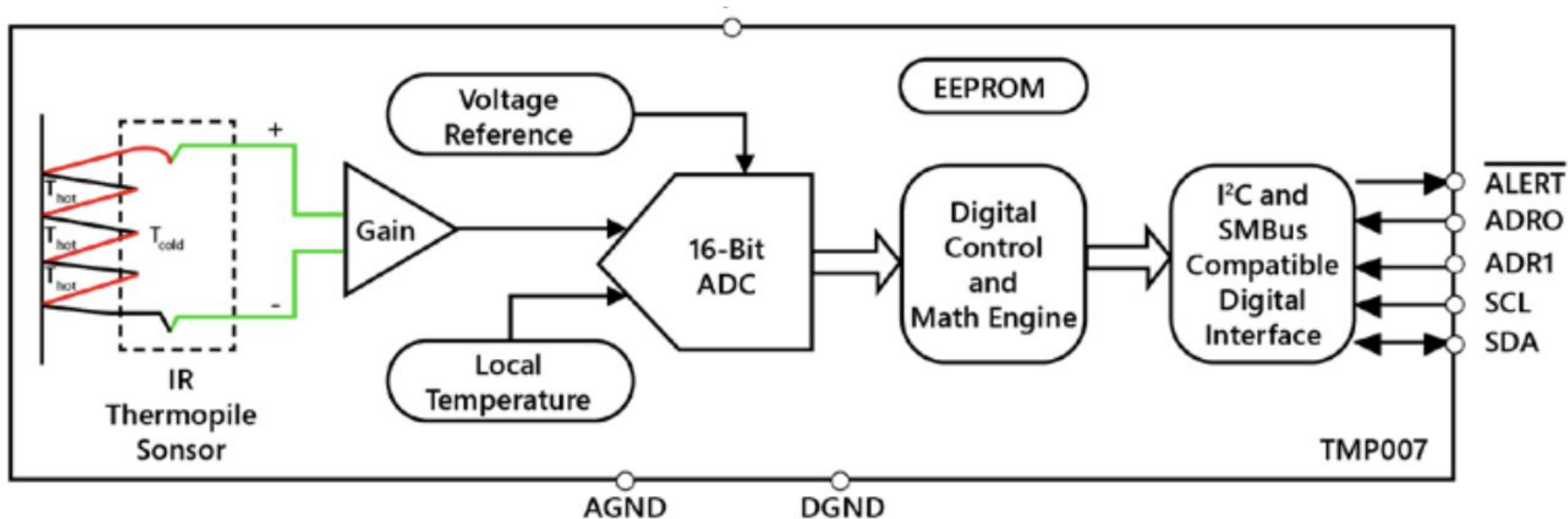




IA

Conexão entre sensores e o controlador

- a saída de um sensor pode ser um **dado modulado bruto** ou uma **interface serial** como a I²C, SPI ou UART ao microcontrolador ou processador de sinal digital
- ex. sistema com um sensor de temperatura MEMS da Texas Instrument TM007: mede de -40°C a 125°C





IA

Demo-Lab: Smart Home

Acessar o material online em Cisco NetAcad->Curso: Introdução à Internet das Coisas-> Seção 1.2.2.1 Packet Tracer - Como adicionar dispositivos IoT em uma Smart Home



IA

Atv 1 - Laboratório-Simulação: Explorando uma Smart Home [3]

Acessar o material em Cisco NetAcad-> Curso: Introdução à Internet das Coisas-> Seção 1.2.2.3 Packet Tracer - Conectar e monitorar dispositivos de IoT

1- Baixe as instruções (pdf) e o arquivo do simulador Cisco Packet Tracer (pkt)

2 - Siga as instruções para modificar o arquivo pkt.

3 - Ao final, envie o arquivo pkt modificado na Atv1 do Classroom



IA

Atv 2 - Revisão dos conceitos de programação básica [3]

Acessar o material na plataforma Cisco NetAcad-> Curso Introdução à Internet das Coisas-> Capítulo 2 Tudo se torna programável.

1 - Leia a seção 2.1.1 Conceitos de programação básica e realize as atividades propostas.

2 - Faça uma captura de tela das atividades feitas nas seções:

- 2.1.1.1
- 2.1.1.6
- 2.1.1.9

3 - Ao final, envie as capturas de tela das atividades feitas na **Atv2 do Classroom**



IA

Atv 3 - Criar um fluxograma de um processo [3]

Esta atividade consiste no material encontrado na plataforma Cisco NetAcad-> Curso Introdução à Internet das Coisas-> Seção 2.1.1.8 Laboratório - Criar o fluxograma de um processo.

- 1) **Leia as instruções no arquivo doc da Atv3 do Classroom** para realizar as atividades propostas.
- 2) No final, envie o arquivo modificado com suas respostas na **Atv3 do Classroom**.



IA

Atv 4 - Programação Básica usando o Blockly [3]

Acessar o material da plataforma Cisco NetAcad-> Curso Introdução à Internet das Coisas-> Seção 2.1.2 Programação Básica usando o Blockly

- 1 - Leia as seções 2.1.2.1 e 2.1.2.2;
- 2 - Baixe as instruções (pdf) da seção 2.1.2.3 Packet Tracer - Como fazer um LED piscar usando o Blockly;
- 3 - Use o programa Cisco Packet Tracer para construir o projeto e um editor de texto para responder as perguntas feitas no pdf.
- 4 - No final, envie **um arquivo de texto com as respostas e o arquivo pkt na Atv 4 do Classroom**



- [1] Kamal, R. Internet of Things: Architecture and Design Principles. 2017. McGraw Hill Education (India) Private Limited.
- [2] Lea, P. IoT and Edge Computing for Architects - Implementing edge and IoT systems from sensors to clouds with communication systems, analytics, and security. 2ª ed. 2020.
- [3] Cisco NetAcad. Introdução à Internet das Coisas. 2018. Link de inscrição: <<https://www.netacad.com/portal/web/self-enroll/m/course-1697806>>
- [4] Bruno Pereira Santos, Lucas Silva, Clayson Celes, João Borges, Bruna Peres, Marcos Vieira, Luiz Filipe Vieira, Antonio Alfredo Ferreira Loureiro. INTERNET DAS COISAS: DA TEORIA À PRÁTICA. Minicurso 1. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos.(SBRC). 2016.

Dúvidas?

Módulo de Internet das Coisas



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO CEARÁ



Instituto Iracema
PESQUISA E INOVAÇÃO



Softex

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO